

Docket No.: HK-771

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : UWE-JENS KRABBENHÖFT

Filed : CONCURRENTLY HEREWITH

Title : METHOD OF ADAPTING A PRINTING PROCESS WHILE MAINTAINING BLACK BUILD-UP

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119, based upon the German Patent Application 103 00 639.7, filed January 10, 2003.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

Wm. Stein

For Applicant

WERNER H. STEMER
REG. NO. 34,956

Date: October 1, 2003

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100
Fax: (954) 925-1101

/kf

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 00 639.7
Anmeldetag: 10. Januar 2003
Anmelder/Inhaber: Heidelberger Druckmaschinen Aktien-
gesellschaft, Heidelberg, Neckar/DE
Bezeichnung: Verfahren zur Druckprozessanpassung mit
Erhaltung des Schwarzaufbaus
IPC: B 41 F, G 06 T, G 06 F

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 06. März 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Wehner".

Wehner



Kennwort: Begrenzte Schwarzaufbauerhaltung

Verfahren zur Druckprozessanpassung mit Erhaltung des Schwarzaufbaus

Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der elektronischen Reproduktionstechnik und betrifft ein Verfahren zur Anpassung von Farbwerten, die für einen ersten Druckprozess erzeugt wurden, auf einen zweiten Druckprozess, so dass der visuelle Eindruck der Farben in beiden Druckprozessen gleich ist.

In der Reproduktionstechnik werden Druckvorlagen für Druckseiten erzeugt, die alle zu druckenden Elemente wie Texte, Grafiken und Bilder enthalten. Im Fall der elektronischen Herstellung der Druckvorlagen liegen diese Elemente in Form von digitalen Daten vor. Für ein Bild werden die Daten z.B. erzeugt, indem das Bild in einem Scanner punkt- und zeilenweise abgetastet wird, jeder Bildpunkt in Farbkomponenten zerlegt wird und die Farbkomponenten digitalisiert werden.

Üblicherweise werden Bilder in einem Scanner in die Farbkomponenten Rot, Grün und Blau [R, G, B] zerlegt, also in die Komponenten eines dreidimensionalen Farbraums. Für den farbigen Druck werden jedoch andere Farbkomponenten benötigt. Beim Vierfarbdruck sind das die Druckfarben Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz [C, M, Y, K], also die Komponenten eines vierdimensionalen Farbraums. Dazu müssen die Bilddaten vom RGB-Farbraum des Scanners in den CMYK-Farbraum des zu verwendenden Druckprozesses transformiert werden.

Solche Farbraumtransformationen werden in der Reproduktionstechnik benötigt, weil alle Geräte und Prozesse bestimmte Einschränkungen und Besonderheiten bei der Darstellung und Wiedergabe der Farben haben, und alle Geräte und Prozesse verschiedene solche Eigenschaften haben. Deshalb gibt es für verschiedene Geräte und Prozesse wie Scanner, Monitore, Proofausgabegeräte, Druckprozesse usw. unterschiedliche Farbräume, die die Farbeigenschaften des Geräts bzw. Prozesses jeweils optimal beschreiben und die als geräteabhängige Farbräume (englisch: device dependent color space) bezeichnet werden. Neben den geräteabhängigen Farbräumen gibt es noch geräteunabhängige Farbräume (englisch: device independent color space), die auf den menschlichen Seheigen-

schaften eines sogenannten Normalbeobachters basieren. Solche Farträume sind beispielsweise der von der Standardisierungskommission CIE (Commission Internationale d'Éclairage) definierte XYZ-Farbraum oder der daraus abgeleitete LAB-Farbraum, wobei sich der LAB-Farbraum in der Technik stärker durchgesetzt hat. Will man wissen, ob zwei Farben vom menschlichen Auge als gleich oder verschieden empfunden werden, so genügt dazu die Messung der XYZ- bzw. LAB-Farbkomponenten. Die LAB-Farbkomponenten bilden einen Farbraum mit einer Helligkeitsachse [L] und zwei Farbachsen [A, B], die man sich in der Ebene eines Farbkreises vorstellen kann, durch dessen Mittelpunkt die Helligkeitsachse verläuft. Die LAB-Farbkomponenten stehen mit den XYZ-Farbkomponenten über nichtlineare Umrechnungsgleichungen miteinander in Beziehung.

Ein Gerät bzw. farbverarbeitender Prozess kann bezüglich seiner Farbeigenschaften charakterisiert werden, indem allen möglichen Wertekombinationen des zugehörigen geräteabhängigen Farbraums die LAB-Farbkomponenten zugeordnet werden, die ein Mensch bei der mit diesen Wertekombinationen erzeugten Farben sieht. Für einen Druckprozess erzeugen die verschiedenen CMYK-Wertekombinationen jeweils eine andere gedruckte Farbe. Mit einem Farbmessgerät kann man die LAB-Komponenten der gedruckten Farben ermitteln und den CMYK-Wertekombinationen zuordnen. Eine solche Zuordnung, die mit einem Gerät bzw. Prozess erzeugten geräteabhängigen Farben zu einem geräteunabhängigen Farbraum (XYZ oder LAB) in Beziehung setzt, wird auch als Farbprofil bezeichnet, im Fall eines Druckprozesses als Ausgabe-Farbprofil. Die Definition und Datenformate für Farbprofile sind vom ICC standardisiert worden (International Color Consortium - Specification ICC.1:1998-09). In einem ICC-Farbprofil ist die Zuordnung der Farträume in beiden Richtungen gespeichert, z.B. die Zuordnung $LAB = f_1(CMYK)$ und die invertierte Zuordnung $CMYK = f_2(LAB)$. Die mit einem Farbprofil festgelegte Zuordnung kann mit Hilfe eines Tabellenspeichers (englisch: look-up table) realisiert werden. Wenn z.B. den CMYK-Farbkomponenten eines Druckprozesses die LAB-Farbkomponenten zugeordnet werden sollen, muss der Tabellenspeicher für jede mögliche Wertekombination der CMYK-Farbkomponenten einen Speicherplatz haben, in dem die zugeordneten LAB-Farbkomponenten gespeichert sind. Dieses einfache Zuordnungsverfahren

hat jedoch den Nachteil, dass der Tabellenspeicher sehr groß werden kann.

Wenn jede der Farbkomponenten [C, M, Y, K] mit 8 Bit digitalisiert wurde, d.h.

$2^8 = 256$ Dichtestufen hat, gibt es $256^4 = 4.294.967.296$ mögliche Wertekombinationen der CMYK-Farbkomponenten. Der Tabellenspeicher muss also

- 5 4.294.967.296 Speicherzellen mit je 3 Byte Wortlänge (je ein Byte für L, A, B) haben. Damit wird der Tabellenspeicher 12,3 Gigabyte groß.

Um die Größe des Tabellenspeichers zu reduzieren, wird deshalb eine Kombination von Tabellenspeicher und Interpolationsverfahren zur Beschreibung eines

- 10 Farbprofils und zur Realisierung einer entsprechenden Farbraumtransformation eingesetzt. In dem Tabellenspeicher sind nicht die Zuordnungen für alle möglichen Wertekombinationen der CMYK-Farbkomponenten gespeichert, sondern nur für ein größeres, regelmäßiges Gitter von Stützstellen im CMYK-Farbraum. Das Gitter wird gebildet, indem in jeder Komponentenrichtung nur jeder k-te Wert

- 15 als Gitterpunkt genommen wird. Für $k = 16$ wird also in jeder Komponente jeder sechzehnte Wert von den 256 möglichen Werten als Gitterpunkt genommen.

Das Gitter hat demnach in jeder Komponentenrichtung $256/16 = 16$ Gitterpunkte, d.h. für den gesamten CMYK-Farbraum $16 \times 16 \times 16 \times 16 = 65.536$ Gitterpunkte.

- 20 Für jeden Gitterpunkt werden die zugeordneten Komponenten des LAB-Farbraums in dem Tabellenspeicher als Stützstellen gespeichert. Für CMYK-Wertekombinationen, die zwischen den Gitterpunkten liegen, werden die zuzuordnenden LAB-Werte aus den benachbarten Stützstellen interpoliert. Für die invertierte Zuordnung $CMYK = f_2(LAB)$ wird im LAB-Farbraum beispielsweise ein Gitter von

16 \times 16 \times 16 = 4096 Gitterpunkten gebildet und im Tabellenspeicher die zugeordneten CMYK-Werte als Stützstellen gespeichert.

Die in den Farbprofilen gegebenen Zuordnungen zwischen geräteabhängigen Farträumen und einem geräteunabhängigen Farbraum (z.B. LAB) können zur Farbraumtransformation zwischen den geräteabhängigen Farträumen verwendet werden, so dass z.B. die Farbwerte [C1, M1, Y1, K1] eines ersten Druckprozesses so in die Farbwerte [C2, M2, Y2, K2] eines zweiten Druckprozesses umgerechnet werden, dass der zweite Druck nach dem visuellen Eindruck die gleichen Farben hat wie der erste Druck. Fig. 1 zeigt eine einfache Farbraumtransformati-

on für eine solche Druckprozessanpassung nach dem Stand der Technik in einem Blockdiagramm. Eine erste Farbraumtransformation 1 von den Farbwerten [C1, M1, Y1, K1] des ersten Druckprozesses in LAB-Farbwerde und eine zweite Farbraumtransformation 2 von den LAB-Farbwerden in die Farbwerte [C2, M2, 5 Y2, K2] des zweiten Druckprozesses werden nacheinander ausgeführt. Die beiden Farbraumtransformationen 1 und 2 können auch zu einer äquivalenten Farbraumtransformation 3 kombiniert werden, die direkt die Farbwerte [C1, M1, Y1, K1] und die Farbwerte [C2, M2, Y2, K2] einander zuordnet. Da über den geräteunabhängigen LAB-Zwischenfarbraum jeweils die Farbwerte [C1, M1, Y1, K1] 10 und [C2, M2, Y2, K2] einander zugeordnet werden, die die gleichen LAB-Farbwerde ergeben, werden die zugeordneten Druckfarben in den beiden Druckprozessen innerhalb des Druckfarbumfangs als visuell gleich empfunden.

Ein Nachteil dieses Verfahrens ist jedoch, dass der sogenannte Schwarzaufbau 15 des ersten Druckprozesses verloren geht. Unter Schwarzaufbau versteht man die Zusammensetzung von gedruckten Farben bezüglich ihres Anteils an der schwarzen Druckfarbe K. Insbesondere wird angestrebt, dass rein schwarze Farben, wie z.B. Textblöcke, nur mit der Druckfarbe K aufgebaut sind, d.h. keine CMY-Anteile enthalten. Mit dem beschriebenen Verfahren nach dem Stand der 20 Technik kann nicht erreicht werden, dass rein schwarze Farben, die im ersten Druckprozess nur mit der Druckfarbe K aufgebaut sind, auch im zweiten Druckprozess nur mit der Druckfarbe K aufgebaut sind. Im allgemeinen werden auf der Basis der visuellen Gleichheit, d.h. gleicher LAB-Farbwerde, im zweiten Druckprozess Mischfarben zugeordnet, die zwar überwiegend Anteile der Druckfarbe K 25 enthalten, aber auch CMY-Anteile. Dies führt unter anderem dazu, dass schwarze Texte und Striche nach der Druckprozessanpassung bei Registerfehlern in der Druckmaschine farbige Ränder bekommen.

Bei dem Verfahren nach dem Stand der Technik ist außerdem nicht sichergestellt, dass der Helligkeitsverlauf in schwarzen bzw. grauen Farben, wie er im ersten Druckprozess eingestellt ist, nach der Anpassung im zweiten Druckprozess richtig wiedergegeben wird. Der Grund dafür ist, dass die zugeordneten schwarzen bzw. grauen Farben des zweiten Druckprozesses zusätzliche CMY-

Anteile enthalten und dass der K-Anteil nach dem Helligkeitsverlauf des zweiten Druckprozesses gebildet ist, der bei der Erstellung des Farbprofils des zweiten Druckprozesses eingestellt war.

- 5 Ein weiterer Nachteil des beschriebenen Verfahrens ist, dass der Schwarzaufbau des ersten Druckprozesses in den bunten Farben verloren geht. Da man im vierfarbigen Drucksystem die gleiche Farbe mit vielen verschiedenen CMYK-Wertekombinationen drucken kann, ist das System mehrdeutig, und man kann wählen, ob graue Farben und dunkle Farben mit einem höheren Anteil der schwarzen
- 10 Druckfarbe K und entsprechend geringeren Anteilen der farbigen Druckfarben [C, M, Y] oder mit einem geringeren Anteil K und entsprechend höheren Anteilen [C, M, Y] gedruckt werden sollen. Diese Entscheidung wird mit bekannten Verfahren wie beispielsweise Under-Color-Removal (UCR) oder Gray-Component-Reduction (GCR) getroffen. Die Entscheidung, die für die Farbwerte
- 15 [C1, M1, Y1, K1] des ersten Druckprozesses getroffen wurde, wird nach dem in Fig. 1 beschriebenen einfachen Verfahren der Druckprozessanpassung nicht in die zugeordneten Farbwerte [C2, M2, Y2, K2] des zweiten Druckprozesses übernommen. Vielmehr sind die zugeordneten Farbwerte [C2, M2, Y2, K2] nach dem Schwarzaufbau des zweiten Druckprozesses gebildet, der bei der Erstellung des
- 20 Farbprofils des zweiten Druckprozesses eingestellt war.

In der Patentanmeldung DE 199 46 585 A1 ist ein Verfahren zur Druckprozessanpassung beschrieben, bei dem die Nachteile der einfachen Anpassung nach Fig. 1 vermieden werden. Mittels einer speziellen Farbraumtransformation, die aus den gegebenen Farbprofilen der beiden Druckprozesse abgeleitet wird, bleiben sowohl die visuell empfundenen Farben als auch der Schwarzaufbau des ersten Druckprozesses erhalten.

Aber auch die in der DE 199 46 585 A1 beschriebene Druckprozessanpassung weist Nachteile in bestimmten Farbbereichen auf, insbesondere in dunklen Farbbereichen. Beispielsweise kann der zusätzliche Druck von 30% Y auf die übereinander gedruckten Anteile von 60% C und 60% M wegen des Oberflächenglanzes der gelben Druckfarbe zu einer helleren Farbe führen statt wie erwartet

zu einer dunkleren Farbe. Dadurch hat die Helligkeit mit Bezug auf einen zunehmenden Anteil der Druckfarbe Gelb keinen monotonen Verlauf. Bedingt durch eine in dem Verfahren erforderliche Invertierung der Beziehung zwischen zwei zugeordneten Farbkomponenten, muss der Helligkeitsverlauf so verändert werden, dass er einen monotonen Verlauf erhält. Durch diese erforderliche Veränderung werden Fehler eingebracht, die das Ergebnis der Druckprozessanpassung verfälschen. Für sehr dunkle Farben besteht außerdem die Gefahr, dass die maximal erlaubte Flächendeckungssumme, die für den Offsetdruck im Bereich von 5 280% bis 350% liegt, beim Übereinanderdruck der transformierten Farbwerte [C2, M2, Y2, K2] überschritten wird. Die Flächendeckungssumme ist die Summe der zu druckenden Farbanteile CMYK. Der darin ausgedrückte maximale Druckfarbenauftrag muss begrenzt werden, da zu dicke Farbschichten nicht mehr ausreichend schnell trocknen und zum Verschmieren und zur Reliefbildung neigen. Manche Druckmaschinen können durch einen zu hohen Druckfarbenauftrag 10 15 auch beschädigt werden.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die zuvor genannten Einschränkungen und Nachteile zu vermeiden und ein verbessertes Verfahren zur Druckprozessanpassung von einem ersten Druckprozess mit den Farbwerten 20 [C1, M1, Y1, K1] zu einem zweiten Druckprozess mit den Farbwerten [C2, M2, Y2, K2] anzugeben, das auf der Basis gegebener Farbprofile für die beiden Druckprozesse arbeitet, und wobei der Schwarzaufbau des ersten Druckprozesses weitgehend erhalten bleibt, ohne dass die maximal erlaubte Flächendeckungssumme überschritten wird.

25

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Hauptanspruchs gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Druckprozessanpassung von einem ersten 30 Druckprozess in einen zweiten Druckprozess löst die Aufgabe, indem es eine Druckprozessanpassung ohne Erhaltung des Schwarzaufbaus und eine Druckprozessanpassung mit Erhaltung des Schwarzaufbaus kombiniert. Dazu werden die transformierten Farbwerte [C2, M2, Y2, K2] beider Anpassungen mittels einer

Gewichtungsfunktion kombiniert, deren Größe abhängig von den Farbwerten des ersten Druckprozesses [C1, M1, Y1] variiert wird.

Der Stand der Technik und die Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren 1 bis 3 näher beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockdiagramm für eine Druckprozessanpassung ohne Erhaltung des Schwarzaufbaus,

Fig. 2a bis 2c ein Ablaufdiagramm für die Erzeugung einer Druckprozessanpassung mit Erhaltung des Schwarzaufbaus, und

Fig. 3 den Verlauf einer Gewichtungsfunktion.

Als Stand der Technik und als Beispiel für eine Druckprozessanpassung mit Erhaltung des Schwarzaufbaus wird zunächst das in der DE 199 46 585 A1 beschriebene Verfahren erläutert. Fig. 2a bis Fig. 2c zeigen die einzelnen Schritte dieses Verfahrens als Ablaufdiagramm. Im Schritt S1 wird aus dem Farbprofil des ersten Druckprozesses der Helligkeitsverlauf in Abhängigkeit vom Farbwert K1 bestimmt, d.h. die Funktion L(K1). Wie eingangs erläutert gibt das Farbprofil einen Zusammenhang zwischen den LAB-Farbwerten und den Farbwerten [C1, M1, Y1, K1] an. Den gesuchten Helligkeitsverlauf gewinnt man daraus, indem man C1 = 0, M1 = 0 und Y1 = 0 setzt und den Wert K1 variiert. Wenn die Farbwerte [C1, M1, Y1, K1] zum Beispiel mit jeweils 8 bit gespeichert sind, wird K1 = 0.....255 variiert. Die daraus resultierenden L-Werte ergeben den Helligkeitsverlauf L(K1).

Im Schritt S2 wird in gleicher Weise aus dem Farbprofil des zweiten Druckprozesses der Helligkeitsverlauf L(K2) ermittelt. Die Funktion L(K2) hat im allgemeinen einen monotonen Verlauf. Falls sie bedingt durch Rechenungenauigkeiten oder andere Einflüsse an manchen Stellen doch nicht monoton ist, wird sie im

Schritt S3 so modifiziert, dass sie einen monotonen Verlauf erhält, beispielsweise durch das Einebnen und Glätten von "Beulen" im Funktionsverlauf.

- 5 Im Schritt S4 wird der Helligkeitsverlauf $L(K2)$ invertiert, so dass man die Funktion $K2(L)$ erhält. Anschließend werden im Schritt S5 die Funktionen $L(K1)$ und $K2(L)$ durch "Hintereinanderschalten" verknüpft, d.h. die Funktion

$$K2[L(K1)] = K2(K1) \quad (1)$$

- 10 wird gebildet. Diese Transformationsfunktion gibt für rein schwarze bzw. graue Farben an, welcher Farbwert $K2$ im zweiten Druckprozess zu verwenden ist, damit der gleiche visuelle Helligkeitseindruck erzeugt wird wie mit dem Farbwert $K1$ im ersten Druckprozess. Die zugeordneten Farbwerte $K1$ und $K2$ können zum Beispiel trotz des gleichen Helligkeitseindrucks deshalb verschieden sein, weil in 15 den beiden Druckprozessen schwarze Druckfarben von unterschiedlichen Herstellern verwendet werden oder weil die Helligkeit des Bedruckstoffs unterschiedlich ist.

- 20 Im Schritt S6 werden aus dem Farbprofil des ersten Druckprozesses die Transformationsfunktionen

$$\begin{aligned} & L(C1, M1, Y1) \\ & A(C1, M1, Y1) \\ & B(C1, M1, Y1) \end{aligned} \quad (2)$$

- 25 bestimmt. Dazu wird $K1 = 0$ gesetzt, und die Farbkomponenten $C1$, $M1$ und $Y1$ werden in ihrem Wertebereich variiert, z.B. $C1 = 0 \dots 255$, $M1 = 0 \dots 255$, $Y1 = 0 \dots 255$. Für alle möglichen Wertekombinationen von $[C1, M1, Y1]$ ergeben sich dann aus dem Farbprofil die zugehörigen LAB-Farbwerte, d.h. die obigen Transformationsfunktionen.

Im Schritt S7 werden in gleicher Weise aus dem Farbprofil des zweiten Druckprozesses die entsprechenden Transformationsfunktionen

22.01.03

$$L(C_2, M_2, Y_2)$$

$$A(C_2, M_2, Y_2)$$

$$B(C_2, M_2, Y_2)$$

(3)

5

bestimmt. Die Funktionen haben im allgemeinen einen monotonen Verlauf. Falls sie an manchen Stellen doch nicht monoton sind, werden sie im Schritt S8 so modifiziert, dass sie einen monotonen Verlauf erhalten. Dies geschieht in analoger Weise, wie es für den Schritt S3 erläutert wurde. Im Unterschied zum Schritt 10 S3 ist jedoch nicht eine Kurve zu glätten sondern Flächen über den drei unabhängigen Variablen $[C_2, M_2, Y_2]$.

Im Schritt S9 wird dann das Funktionensystem der Gleichungen (3) invertiert, so dass man die Funktionen

15

$$C_2(L, A, B)$$

$$M_2(L, A, B)$$

$$Y_2(L, A, B)$$

(4)

20 erhält. Anschließend werden im Schritt S10 diese Funktionen mit den im Schritt S6 gewonnenen Transformationsfunktionen (nach den Gleichungen (2)) durch "Hintereinanderschalten" verknüpft, d.h. die Funktionen

25

$$C_2(C_1, M_1, Y_1)$$

$$M_2(C_1, M_1, Y_1)$$

$$Y_2(C_1, M_1, Y_1)$$

(5)

30

werden gebildet. Diese Funktionen geben für reine Farben an, d.h. für Farben ohne Schwarzanteil, welche Farbwerte $[C_2, M_2, Y_2]$ im zweiten Druckprozess zu verwenden sind, damit der gleiche visuelle Farb- und Helligkeitseindruck erzeugt wird wie mit den Farbwerten $[C_1, M_1, Y_1]$ im ersten Druckprozess.

Im Schritt S11 werden schließlich die im Schritt S10 gewonnenen Transformationsfunktionen für reine Farben nach den Gleichungen (5) und die im Schritt S5 gewonnene Transformationsfunktion für rein schwarze bzw. graue Farben nach der Gleichung (1) zu einer vierdimensionalen Transformation

5

$$\begin{aligned} & C_2(C_1, M_1, Y_1, K_1) \\ & M_2(C_1, M_1, Y_1, K_1) \\ & Y_2(C_1, M_1, Y_1, K_1) \\ & K_2(C_1, M_1, Y_1, K_1) \end{aligned} \quad (6)$$

10

verbunden, mit der zu jeder für den ersten Druckprozess gegebenen Kombination von Farbwerten $[C_1, M_1, Y_1, K_1]$ eine entsprechende Kombination von Farbwerten $[C_2, M_2, Y_2, K_2]$ für den zweiten Druckprozess ermittelt werden kann. Diese vierdimensionale Transformation ist die gesuchte Druckprozessanpassung mit Erhaltung des Schwarzaufbaus.

Wenn die Druckprozessanpassung beispielsweise in Form eines Tabellenspeichers mit $16 \times 16 \times 16 \times 16$ Stützwerten erstellt werden soll, können die Transformationsfunktionen für reine Farben (Gleichungen (5)) und die Transformationsfunktion für rein schwarze bzw. graue Farben (Gleichung (1)) in folgender Weise verbunden werden. Jedem der $16 \times 16 \times 16 \times 16$ Tabellenspeicherplätze entspricht eine Wertekombination $[C_1, M_1, Y_1, K_1]$, die im folgenden als "Adresse" bezeichnet werden soll. Dabei kann jede der vier Komponenten 16 diskrete Werte annehmen. In jedem Tabellenspeicherplatz sollen Wertekombinationen $[C_2, M_2, Y_2, K_2]$ gespeichert werden, die im folgenden als "Funktionswerte" bezeichnet werden. Zunächst werden für alle Adressen nach den Gleichungen (5) die zugeordneten Funktionswerte $[C_2, M_2, Y_2]$ in den Tabellenspeicher geschrieben. Dabei spielt die Adresskomponente K_1 keine Rolle, d.h. sie kann jeden der möglichen 16 Werte annehmen. Alle Adressen mit einer bestimmten Kombination von Adresskomponenten $[C_1, M_1, Y_1]$ erhalten die nach den Gleichungen (5) zugeordneten Funktionswerte $[C_2, M_2, Y_2]$. Anschließend wird in alle Adressen nach der Gleichung (1) der zugeordnete Funktionswert K_2 geschrieben. Dabei spielen die Adresskomponenten $[C_1, M_1, Y_1]$ keine Rolle, d.h. sie können jede

der möglichen $16 \times 16 \times 16$ Kombinationen annehmen. Alle Adressen mit einer bestimmten Adresskomponente K1 erhalten den nach der Gleichung (1) zugeordneten Funktionswert K2. Dabei werden die zuvor eingeschriebenen Funktionswerte [C2, M2, Y2] nicht verändert.

5

- Die Güte der so gewonnenen Druckprozessanpassung mit Erhaltung des Schwarzaufbaus kann überprüft werden, indem für eine Adresse [C1, M1, Y1, K1] die Farbwerte [L1, A1, B1] aus dem Farbprofil des ersten Druckprozesses und für die der Adresse zugeordneten Funktionswerte [C2, M2, Y2, K2] die Farbwerte [L2, A2, B2] aus dem Farbprofil des zweiten Druckprozesses bestimmt werden. Für eine optimale Druckprozessanpassung sollten diese LAB-Farbwerde des ersten und zweiten Druckprozesses für alle einander zugeordneten CMYK-Farben übereinstimmen. Festgestellte Differenzen können anschließend noch mittels eines iterativen Ausgleichsverfahrens verminderd werden, wobei die zugeordneten Funktionswerte [C2, M2, Y2, K2] in kleinen Schritten so verändert werden, dass die LAB-Farbwerde besser übereinstimmen.

- Das erfindungsgemäße Verfahren zur Druckprozessanpassung von einem Druckprozess in einen anderen Druckprozess geht von dem beschriebenen Stand der Technik aus und kombiniert eine erste Druckprozessanpassung U ohne Erhaltung des Schwarzaufbaus, wie beispielsweise anhand von Fig. 1 erläutert, und eine zweite Druckprozessanpassung V mit Erhaltung des Schwarzaufbaus, wie beispielsweise anhand von Fig. 2 erläutert, um eine verbesserte dritte Druckprozessanpassung W zu erzeugen, die den Schwarzaufbau erhält und zugleich die Flächendeckungssumme auf ein zulässiges Maß begrenzt. Die transformierten Farbwerte [C2, M2, Y2, K2] der Druckprozessanpassungen U, V und W werden im folgenden mit den Indizes U, V, W unterschieden:

$$\begin{aligned} \text{Anpassung U: } & [C1, M1, Y1, K1] \Rightarrow [C2, M2, Y2, K2]_U \\ \text{Anpassung V: } & [C1, M1, Y1, K1] \Rightarrow [C2, M2, Y2, K2]_V \quad (7) \\ \text{Anpassung W: } & [C1, M1, Y1, K1] \Rightarrow [C2, M2, Y2, K2]_W \end{aligned}$$

Die verbesserte Druckprozessanpassung W soll die Eigenschaft haben, dass Farben des ersten Druckprozesses, die relativ geringe Anteile der bunten Druckfarben CMY enthalten, im wesentlichen mit Erhaltung des Schwarzaufbaus nach der Druckprozessanpassung V transformiert werden, und dass Farben des ersten Druckprozesses, die relativ hohe Anteile der bunten Druckfarben CMY enthalten, im wesentlichen ohne Erhaltung des Schwarzaufbaus nach der Druckprozessanpassung U transformiert werden. Für Farben, die zwischen diesen Extremen liegen, soll ein gradueller Übergang zwischen der Anpassung V mit Erhaltung des Schwarzaufbaus und der Anpassung U ohne Erhaltung des Schwarzaufbaus geschaffen werden.

Dazu wird zunächst ein Maß $s(C_1, M_1, Y_1)$ für den gesamten Anteil der bunten Druckfarben CMY in einer Farbe des ersten Druckprozesses gebildet, beispielsweise die Funktion:

15

$$s(C_1, M_1, Y_1) = C_1 \times C_1 + M_1 \times M_1 + Y_1 \times Y_1 \quad (8)$$

Der Maximalwert dieser Funktion ist:

20

$$s_{\max} = s(100, 100, 100) = 30.000 \quad (9)$$

Mit der Funktion $s(C_1, M_1, Y_1)$ wird eine Gewichtungsfunktion $f(C_1, M_1, Y_1)$ gebildet, die auf den Wertebereich zwischen 0 und 1 begrenzt wird, beispielsweise:

25

$$f(C_1, M_1, Y_1) = \min \{s(C_1, M_1, Y_1)/(T \times s_{\max}); 1\} \quad (10)$$

30

Mit dem Faktor T kann bestimmt werden, bei welchem Buntfarbenanteil s die Begrenzung auf 1 einsetzt. Ein bevorzugter Wert für T ist $T = 0,2$. Fig. 3 zeigt den Verlauf der Gewichtungsfunktion $f(C_1, M_1, Y_1)$ in Abhängigkeit von C_1 und M_1 für einen Wert von $Y_1 = 30\%$.

Die erfindungsgemäß verbesserte Druckprozessanpassung W wird nun als gewichtete Mittelung der Farbwerte [C2, M2, Y2, K2] der Druckprozessanpassungen U und V bestimmt.

$$5 \quad [C2]_W = f \times [C2]_U + (1 - f) \times [C2]_V$$

$$[M2]_W = f \times [M2]_U + (1 - f) \times [M2]_V \quad (11)$$

$$[Y_2]_W = f \times [Y_2]_U + (1 - f) \times [Y_2]_V$$

$$[K_2]_W = f \times [K_2]_U + (1 - f) \times [K_2]_V$$

- 10 Neben der hier vorgeschlagenen Gewichtungsfunktion $f(C1, M1, Y1)$ können na-
türlich auch andere Gewichtungsfunktionen verwendet werden, die die Eigen-
schaft haben, dass sie den Farben des ersten Druckprozesses mit einem hohen
Anteil der bunten Druckfarben [C1, M1, Y1] einen hohen Gewichtungsfaktor zu-
weisen und den Farben mit einem geringen Anteil der bunten Druckfarben CMY
einen geringen Gewichtungsfaktor.

Kennwort: Begrenzte Schwarzaufbauerhaltung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung einer Druckprozessanpassung W, mit der die Farbwerte eines ersten Druckprozesses in die Farbwerte eines zweiten Druckprozesses umgesetzt werden, so dass der Schwarzaufbau des ersten Druckprozesses im wesentlichen in den zweiten Druckprozess übernommen wird und der visuelle Eindruck der gedruckten Farben in beiden Druckprozessen im wesentlichen gleich ist, wobei
 - 5 - eine erste Druckprozessanpassung U ohne Erhaltung des Schwarzaufbaus vorhanden ist, die die Farbwerte $[C1, M1, Y1, K1]$ des ersten Druckprozesses in Farbwerte $[C2, M2, Y2, K2]_U$ des zweiten Druckprozesses transformiert; und
 - 10 - eine zweite Druckprozessanpassung V mit Erhaltung des Schwarzaufbaus vorhanden ist, die die Farbwerte $[C1, M1, Y1, K1]$ des ersten Druckprozesses in Farbwerte $[C2, M2, Y2, K2]_V$ des zweiten Druckprozesses transformiert,
 - 15 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckprozessanpassung W die Farbwerte $[C1, M1, Y1, K1]$ des ersten Druckprozesses in Farbwerte $[C2, M2, Y2, K2]_W$ des zweiten Druckprozesses transformiert, die durch eine gewichtete Mittelung der transformierten Farbwerte $[C2, M2, Y2, K2]_U$ der ersten Druckprozessanpassung U und der transformierten Farbwerte $[C2, M2, Y2, K2]_V$ der zweiten Druckprozessanpassung V bestimmt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die gewichtete
25 Mittelung mit einer Gewichtungsfunktion $f(C1, M1, Y1)$ erfolgt, die aus dem Anteil der bunten Druckfarben ($C1, M1, Y1$) in den Farben des ersten Druckprozesses abgeleitet wird.

22.01.03
2

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass den Farben des ersten Druckprozesses mit einem hohen Anteil der bunten Druckfarben (C1, M1, Y1) ein hoher Gewichtungsfaktor und den Farben mit einem geringen Anteil der bunten Druckfarben (C1, M1, Y1) ein geringer Gewichtungsfaktor zu-
gewiesen wird.

22.01.03

Patentanmeldung Nr.: K00771DE.0P

7. Januar 2003

Kennwort: Begrenzte Schwarzaufbauerhaltung

Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der elektronischen Reproduktionstechnik und betrifft ein Verfahren zur Anpassung von Farbwerten, die für einen ersten Druckprozess erzeugt wurden, auf einen zweiten Druckprozess, so dass der visuelle Eindruck der Farben in beiden Druckprozessen gleich ist. Ausgehend von einer ersten Druckprozessanpassung U ohne Erhaltung des Schwarzaufbaus, die die Farbwerte $[C_1, M_1, Y_1, K_1]$ des ersten Druckprozesses in Farbwerte $[C_2, M_2, Y_2, K_2]_U$ des zweiten Druckprozesses transformiert, und einer zweiten Druckprozessanpassung V mit Erhaltung des Schwarzaufbaus, die die Farbwerte $[C_1, M_1, Y_1, K_1]$ des ersten Druckprozesses in Farbwerte $[C_2, M_2, Y_2, K_2]_V$ des zweiten Druckprozesses transformiert, wird durch eine gewichtete Mittelung der transformierten Farbwerte $[C_2, M_2, Y_2, K_2]_U$ und $[C_2, M_2, Y_2, K_2]_V$ eine neue Druckprozessanpassung W bestimmt.

Fig. 3

22.01.06

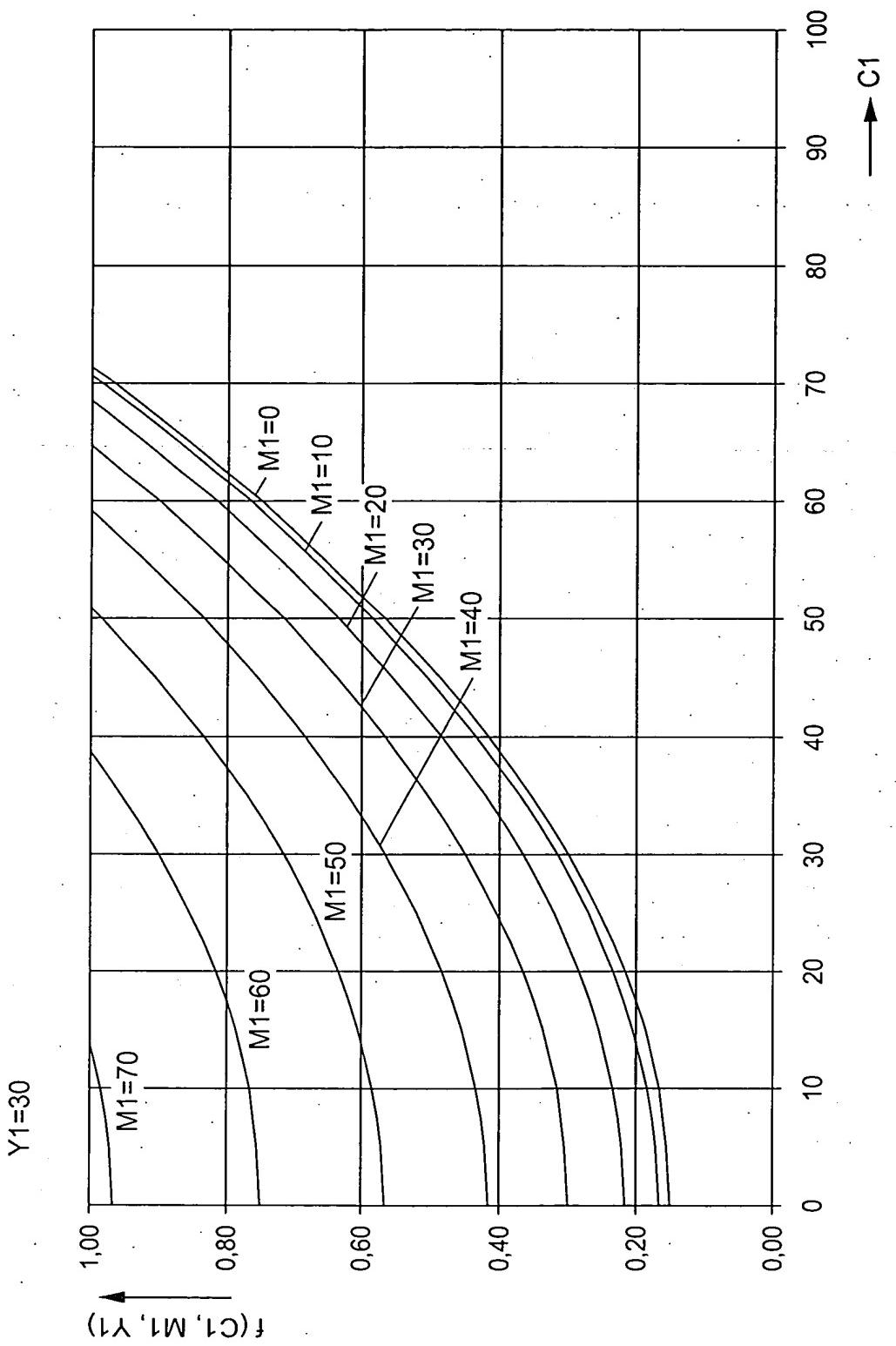


Fig. 3

22.01.00

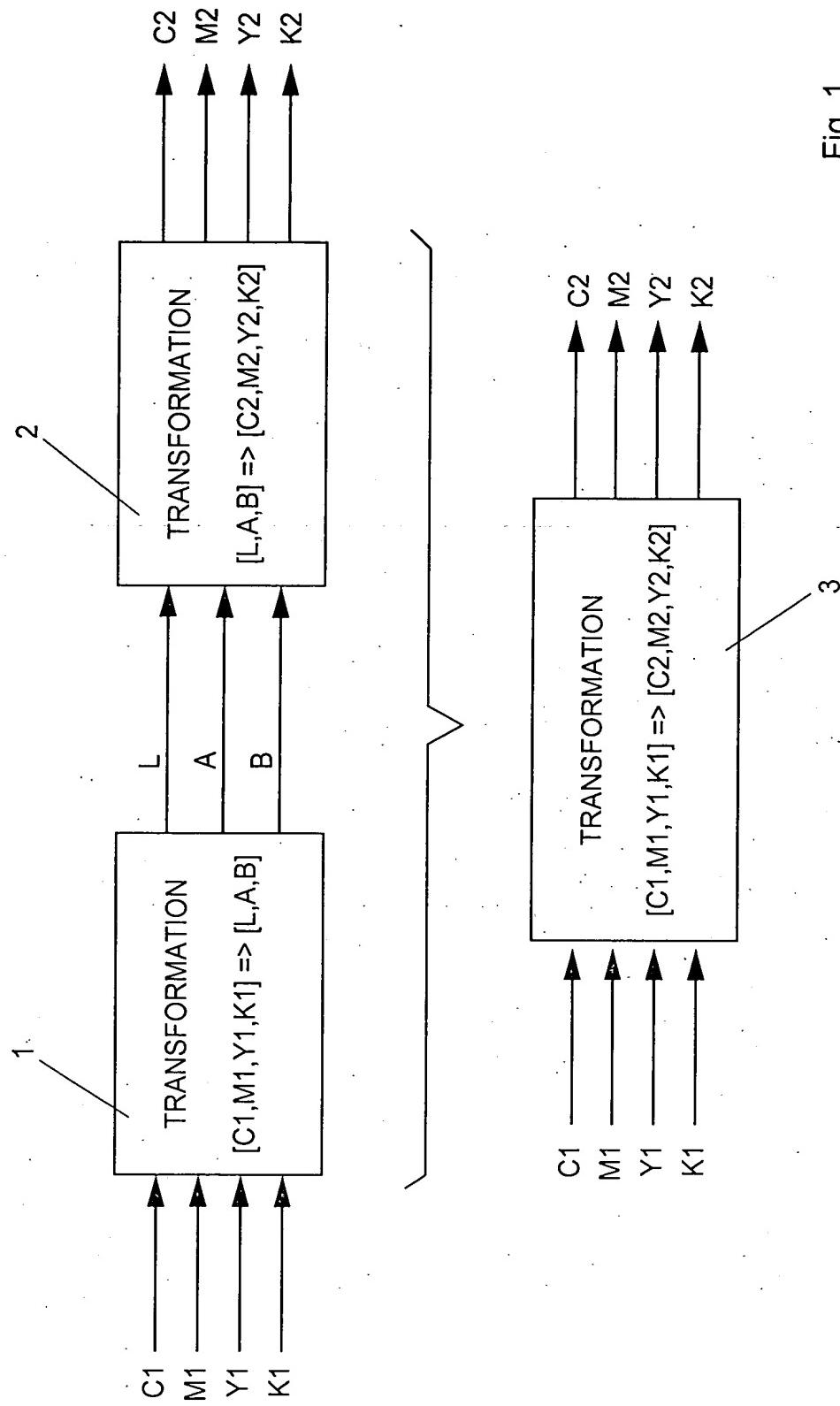


Fig. 1

22.01.03

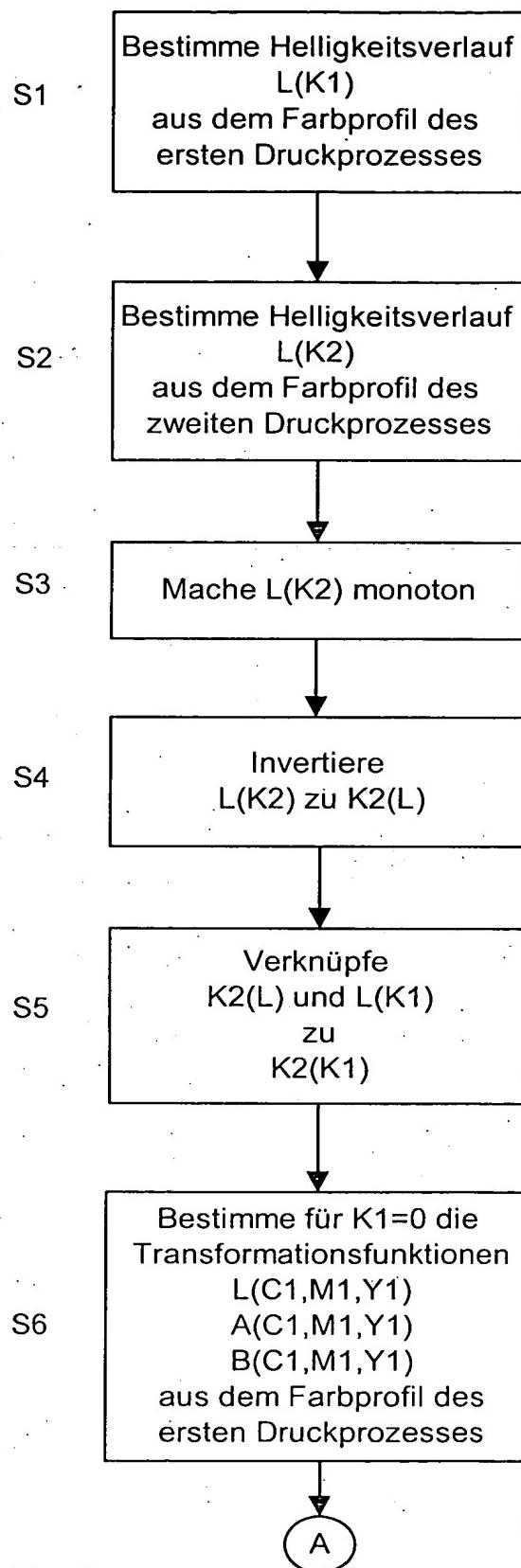


Fig. 2a

22.01.03

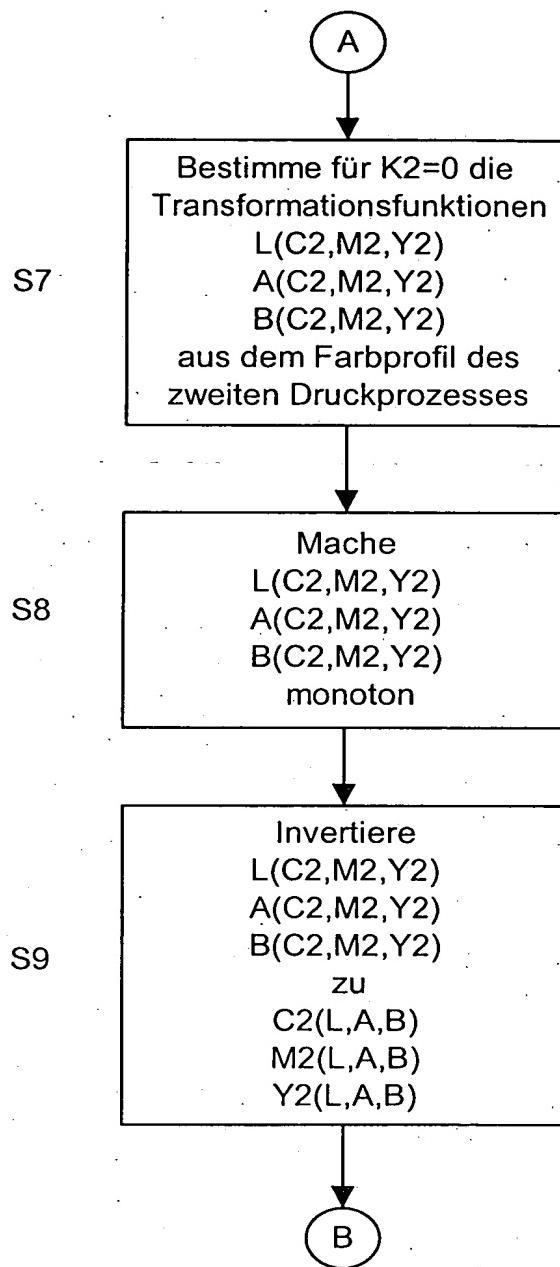


Fig. 2b

22.01.03

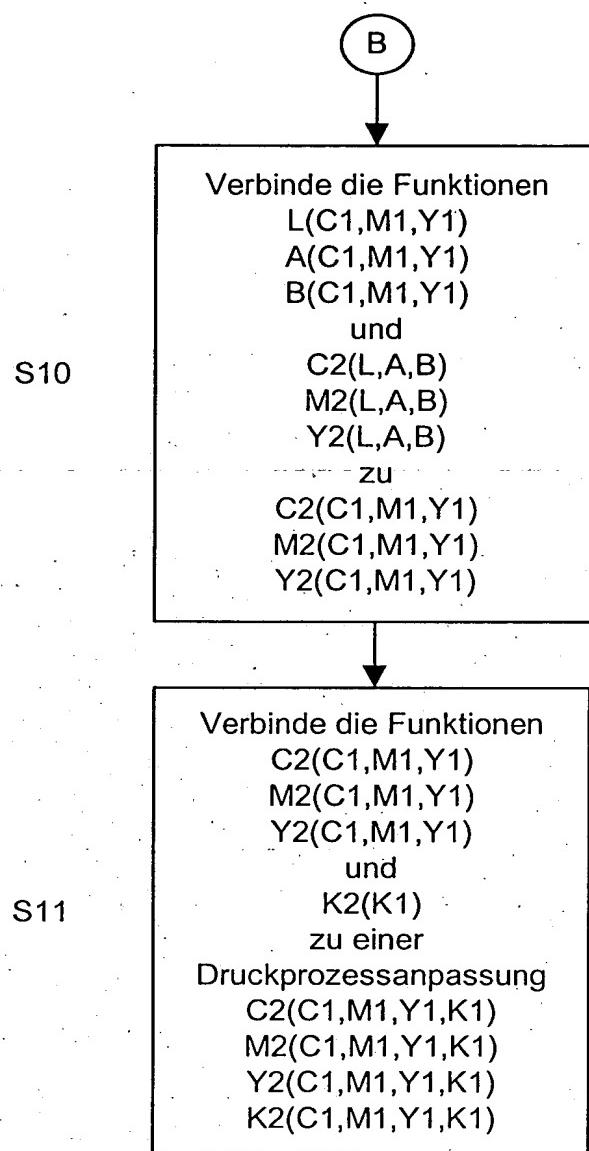


Fig. 2c

22.01.03

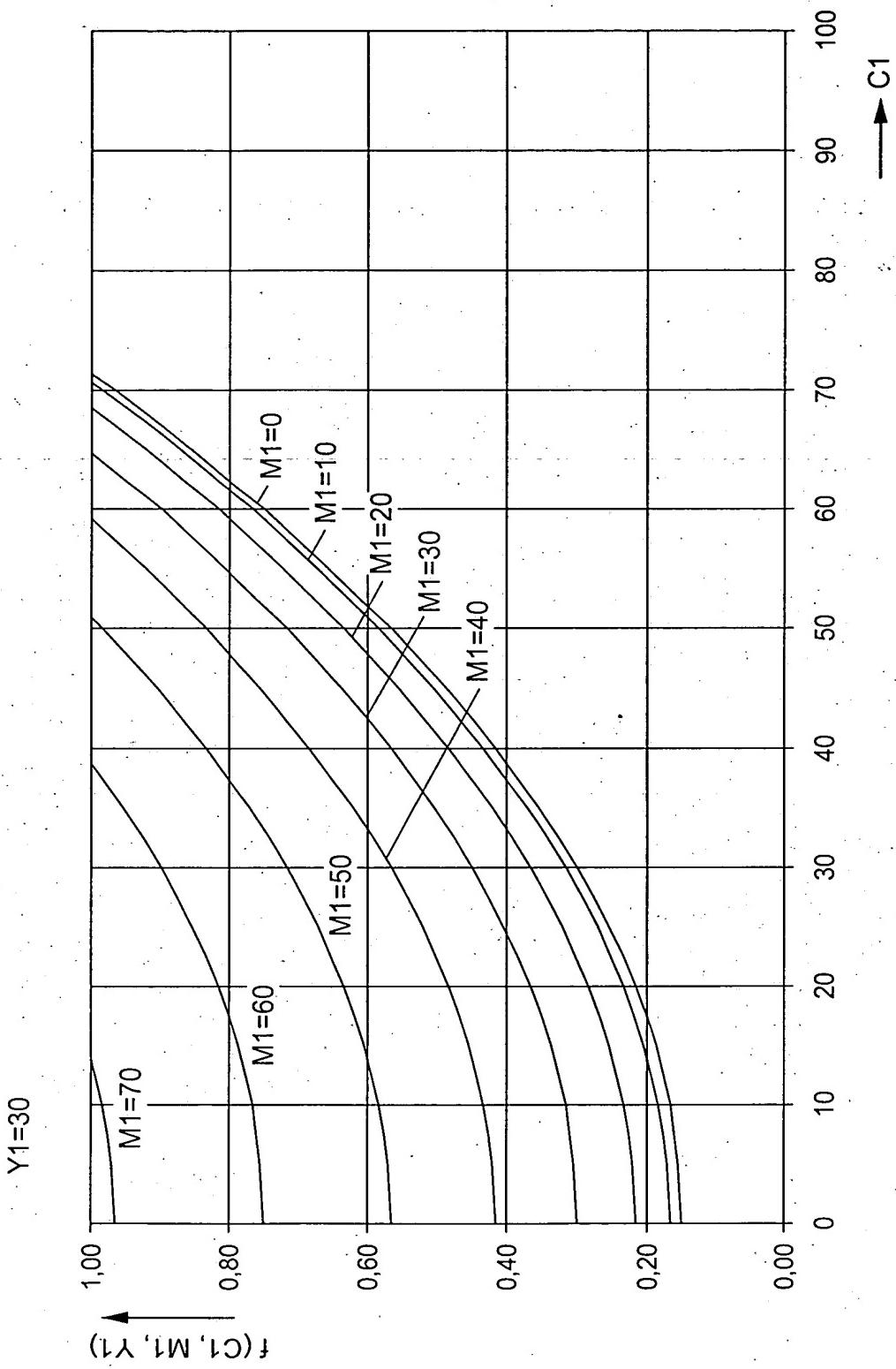


Fig. 3